

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06196410 A**(43) Date of publication of application: **15 . 07 . 94**

(51) Int. Cl.

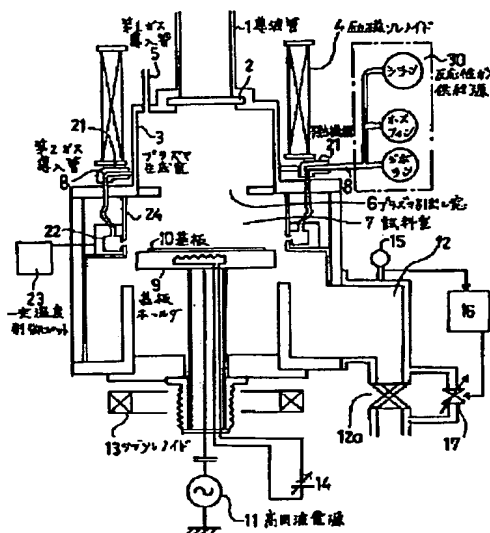
H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/31
H05H 1/46
// G01N 24/14
G01R 33/64

(21) Application number: **04344970**(22) Date of filing: **25 . 12 . 92**(71) Applicant: **FUJI ELECTRIC CO LTD**(72) Inventor: **TSUJI NAOTO****(54) PLASMA TREATMENT DEVICE****(57) Abstract:**

PURPOSE: To enable the film forming rate and the etching rate not to be fluctuated even if a planetary of substrates are continuously processed while the cleaning rate to be accelerated during dry-etching step within the title ECR type plasma processor.

CONSTITUTION: The purpose of this plasma processor is to maintain a gas leading-in pipe 8 from a reactive gas supply source 30, a gas leading ring 22 jetting out the reactive gas fed from the second gas leading-in pipe 8 circularly formed and coaxially arranged in a plasma production chamber or a specimen chamber 7 communicating therewith to said chamber 3 or the specimen chambers 7 and a cylindrical bond-preventive plate 24 covering the inner wall surface of the specimen chamber 7 for preventing the bonding of a thin film material onto the inner wall surface at specific temperature within the range of 50°-150°C using a heating means and a temperature controlling means.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成6年(1994)7月15日

技術表示箇所

B 9277-4M

C

9014-2G

9219-2.J

G O I N 24/ 14

審査請求 未請求 請求項の数3(全 9 頁) 最終頁に続く

(22)出題日 平成4年(1992)12月25日

(71)出題人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)發明者 辻 直人

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

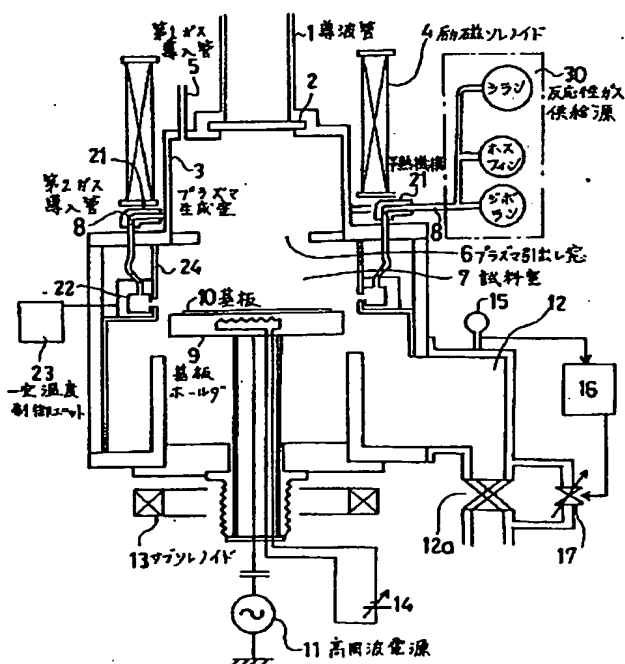
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 ECR型プラズマ処理装置において、複数の基板を連続処理しても成膜速度、エッチング速度が変化せず、かつドライクリーニング時にはクリーニング速度を上昇させることのできる装置構成を提供する。

【構成】反応性ガス供給源 3 から装置に到るガス導入管 8、環状に形成されてプラズマ生成室 3 あるいはこれと連通する試料室 7 と同軸に配されガス導入管 8 から環状の内部空間内へ送り込まれた反応性ガスをプラズマ生成室 3 あるいは試料室 7 内へ噴出するガス導入リング 22 および試料室 7 の内壁面を覆い該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板 24 をそれぞれ、加熱手段と温度制御手段とを用いて 50～150℃範囲の一定温度に保持する装置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロ波とプラズマ原料ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内に電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されて防着板と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスを防着板の内側へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるプラズマ処理装置において、防着板と、ガス導入リングと、ガス導入管のガス導入リング近傍とにそれぞれ加熱手段と温度制御手段とからなる一定温度制御手段を持ち、基板への成膜中あるいは装置内部のドライクリーニング中、それぞれ50～150℃範囲の一定温度に保持することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 マイクロ波とプラズマ原料ガスと反応性ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内にマイクロ波との電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されてプラズマ生成室と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスをプラズマ生成室内へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるプラズマ処理装置において、防着板と、ガス導入リングと、ガス導入管のガス導入リング近傍とにそれぞれ加熱手段と温度制御手段とからなる一定温度制御手段を持ち、基板への成膜中あるいは装置内部のドライクリーニング中、それぞれ50～150℃範囲の一定温度に保持することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 請求項第1項または第2項に記載のプラズマ処理装置において、防着板、ガス導入リングおよびガス導入管のガス導入リング近傍をそれぞれ50～150℃範囲の一定温度に昇温させるための加熱手段を、それぞれアルミ鋳塊中にシーズヒータを鋳込んでなるアルミ鋳込みヒータまたは循環管路内を加熱流体を通流させる流体ヒータとすることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、マイクロ波が導入される導波窓を備え、マイクロ波とプラズマ原料ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内に電子サイクロトロン共鳴磁界を

形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されて防着板と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスを防着板の内側へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるECR型プラズマ処理装置、あるいは、マイクロ波とプラズマ原料ガスと反応性ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内にマイクロ波との電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されてプラズマ生成室と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスをプラズマ生成室内へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるECR型プラズマ処理装置において、複数の基板を連続して処理する際の処理枚数に依存しない成膜速度、エッチング速度、あるいは装置内部をドライクリーニングするときのクリーニング速度向上を達成することのできる装置構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 基板上に形成された配線等を覆う絶縁膜のうちで酸化シリコン膜は、半導体装置の製造プロセスにおいて、層間絶縁膜として形成される場合が多いが、この酸化シリコン膜には、低温で成膜できること、膜の内部応力が小さいこと、エッチングレートが小さいこと、膜厚分布が良いこと、段差被覆性が良いこと、耐透水性に優れていること等の特性が要求されており、成膜装置としては、良好な膜特性を保ったままでの成膜速度の向上が要求されている。

【0003】 これらの諸条件を充足する成膜方法として、電子サイクロトロン共鳴プラズマCVD（以下、ECRプラズマCVDという。）法がある。図10にECRプラズマCVD装置構成の一例を示す。基板10の表面に薄膜を形成する際には、導波管1内を進行してきたマイクロ波を導波窓2を介してプラズマ生成室3に導入すると共に、励磁ソレノイド4によりプラズマ生成室3内に磁場を形成することによって、第1ガス導入管5から導入されたプラズマ原料ガスを電子サイクロトロン共鳴を利用してプラズマ化する。励磁ソレノイド4は、プラズマ引き出し窓6を介してプラズマ生成室3と繋がっている試料室7に向かって発散磁場を形成しており、この発散磁場によりプラズマ生成室3内のプラズマは試料室7に引き出される。試料室7は内壁面への薄膜物質の

付着を防止するために、この例では内壁面が異径円筒2段積み構成の防着板24により覆われている。プラズマ生成室3から引き出されたプラズマ流は反応性ガス供給源30から第2ガス導入管8および環状に形成され防着板24の小径円筒の外側に配されて汚損を防止されたガス導入リング22を介して導入された反応性ガスと反応しながら基板ホルダ9上に置かれた基板10に到達し、基板10の上に膜を形成することができる。ECRプラズマCVD装置では、さらに、この例に示したように、前記励磁ソレノイド4と同軸にかつ基板を挟む軸方向の位置に第2の励磁ソレノイド（以下サブソレノイド13と記す）を配置し、このサブソレノイド13に前記励磁ソレノイド4と逆方向の磁界を生じさせるように電流を流して基板近傍で双方の磁界が急激に外方へ広がる、いわゆるカスプ磁界を形成させ、基板10の上に形成された膜の膜厚分布を均一にするカスプ磁界型ECRプラズマCVD装置の使用がさかんになりつつある。なお、図中の符号11は高周波電源であり、基板ホルダ9を介して基板10に高周波電圧を印加し、基板10の表面に対地（対試料室）負極性の電位を生じさせることにより、凹凸状態にあるアルミ配線を覆う層間絶縁膜の平坦化や最終保護絶縁膜の段差被覆性の改善等を行う。また、符号14は基板ホルダ9に埋め込まれたヒータに加熱電力を供給して基板10を所定の温度に加熱するためのヒータ電源である。また符号15は真空計であり、試料室7内のガス圧力を測定し、その測定出力をフィードバック回路16に入力してパリアブルオリフィス17の流路断面積を変化させることにより、試料室7内のガス圧力を所定値に保持させる。

【0004】この方法では、 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Torrの低圧下で高密度のプラズマが得られ、基板10を加熱することなしに、内部応力が小さく、耐酸性の高い酸化シリコン膜を形成することができる。また、数十mTorrの圧力領域において、基板ホルダ9に印加した高周波電力による高周波プラズマと、プラズマ生成室で形成されたECRプラズマとの複合プラズマによっても低温基板上に良質な酸化シリコン膜を形成することができる。

【0005】また同様に、絶縁膜として窒化シリコン膜も形成できる。また、エッチングガスとして、6フッ化イオウを使用することにより、多結晶シリコンのエッチング処理もできる。また、以上のように構成されるECRプラズマCVD装置は、成膜装置として使用した場合には、装置運用上、ドライクリーニングがウェットクリーニングより有利である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の酸化シリコン膜の成膜においては、連続成膜を行うと、膜の内部応力、エッチングレート、耐透水性等の膜質が変化するという問題点があった。また、上記従来の

窒化シリコン膜の成膜においては、連続成膜を行うと屈折率が低下するという問題点があった。

【0007】また、多結晶シリコンのエッチングにおいては、連続処理を行うとエッチング速度が変化するという問題点があった。また、ドライクリーニングは、装置内壁の低温部分が遅いという問題点があった。本発明の目的は、複数の基板を連続処理しても上述のごとき問題点を生じることなく初期の成膜速度およびエッチング速度を維持することができ、かつ装置内部のドライクリーニング時にはクリーニング速度が上昇する装置構成を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明においては、マイクロ波とプラズマ原料ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内に電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されて防着板と同軸に配されその環状の内部空間へ導入された反応性ガスを防着板の内側へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるECR型プラズマ処理装置、あるいは、マイクロ波とプラズマ原料ガスと反応性ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内にマイクロ波との電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されてプラズマ生成室と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスをプラズマ生成室内へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなるECR型プラズマ処理装置を、防着板と、ガス導入リングと、ガス導入管のガス導入リング近傍とにそれぞれ加熱手段と温度制御手段とからなる一定温度制御手段を持ち、基板への成膜中あるいは装置内部のドライクリーニング中、それぞれ50～150℃範囲の一定温度に保持する装置とする。

【0009】ここで、防着板、ガス導入リングおよびガス導入管のガス導入リング近傍をそれぞれ50～150℃範囲の一定温度に昇温させるための加熱手段は、それぞれアルミ鑄塊中にシーズヒータを鑄込んでなるアルミ鑄込みヒータまたは循環管路内を加熱流体を通流させる流体ヒータとする。

【0010】

【作用】プラズマにより、反応性ガスは活性化されるが、気相中で形成された活性種は、基板に到達するまでの間、粒子間相互作用や粒子-壁間相互作用を起こす。プラズマ処理を連続して行くと、活性種の発生領域を囲んでいる装置内壁の温度（図10の装置では防着板24の小径側円筒およびこれと接触状態に近接しているガス導入リング22の温度）が上昇する（図11）。装置内壁の温度が変化すると、化学吸着の温度依存性により、粒子-壁間相互作用による活性種の失活の度合いが変化し、気相中の活性種の濃度にも影響を与える。このため、成膜あるいはエッチング特性が、連続処理により変動する。また、ドライクリーニングは、反応速度の温度依存性により、装置内壁の温度を上昇させることにより、高速化できる。

【0011】従って、反応性ガスを導入するガス導入管、ガス導入リングおよび防着板に加熱手段と温度制御手段とを持つ装置として、それらを一定温度に制御することにより、成膜あるいはエッチング特性の変動がなくなり、ドライクリーニングも高速化できる。なお、一定温度制御は、アルミ鑄塊中にシーズヒータを鑄込んだアルミ鑄込みヒータと被加熱体の温度を制御する温度制御手段とを一体化した温度制御型アルミ鑄込みヒータあるいは、温度制御された流体を循環させることにより達成される。

【0012】

【実施例】次に、本発明の第1の実施例を添付図面を参照して説明する。まず、この実施例に用いたECRプラズマCVD装置の構成を図1を参照して説明する。図示していないマイクロ波電源に接続された導波管1が導波窓2を介してプラズマ生成室3に取りつけられており、プラズマ生成室3の周囲には励磁ソレノイド4が設置され、さらに、プラズマ生成室3内にプラズマ原料ガスを導入するための第1ガス導入管5が設けられている。プラズマ生成室3の下部にはプラズマ引き出し窓6が設けられ、このプラズマ引き出し窓6を通して、試料室7にプラズマ流が引き出されるようになっている。試料室7には反応性ガスを導入するための第2ガス導入管8が設けられ、試料室7の内部には、ガス導入管8の導入口の下流に当たる場所に基板ホルダ9が設置されている。基板ホルダ9の背面側に前記励磁ソレノイド4と同軸に配されたサブソレノイド13がある。基板ホルダ9は高周波電源11と接続されており、基板ホルダ9の下には、図示していない真空ポンプに接続する排気管12と、並列に接続されて試料室7内のガス圧力を調整する、開度が固定されたバルブ12aおよび開度可変のバリアブルオリフィス17とを有する。図の符号15は真空計、16はフィードバック回路であり、試料室7内のガス圧力が所定値を保持するようにバリアブルオリフィス17の開度を変化させる。なお、圧力調整は試料室7の排気管の途中から排気管内へプラズマ生成室3に導入

する酸素源ガスあるいは窒素ガスあるいは不活性ガスを導入しつつ行うことや、真空ポンプのコンダクタンス調整によって行うことによってもできる。

【0013】反応性ガスを導入する第2ガス導入管8には、アルミ鑄込みヒータからなる加熱手段と温度制御手段としてのフィードバック回路で構成された調温器とがユニット化された予熱機構21が付いており、予熱機構21出口（装置側）の第2ガス導入管8の温度が一定に保持される。第2ガス導入管8は試料室7の内部でガス導入リング22に接続しており、周方向均等に分布したガス量で反応性ガスを試料室7内へ導入できるようになっている。このガス導入リング22を一定温度に昇温、保持するための一定温度制御ユニット23は、以下に説明する温度制御型アルミ鑄込みヒータあるいは温度制御された流体を循環させるユニットによって構成されている。防着板24もこの実施例では一定温度制御ユニット23によってガス導入リング22と同じ一定温度に保たれる。

【0014】予熱機構21の構成例を図2に、また一定温度制御ユニット23の構成例を図2、3に示す。図2のユニットはアルミ鑄込みヒータに熱電対を取り付け、熱電対が測定した温度信号が入力されるフィードバック回路で調温器を構成し、一定温度に制御するものである。また図3のユニットは流体循環系にヒータと熱電対とを取り付け、フィードバック回路で調温器を構成し、一定温度の流体（例えば商品名フッロリナート等）を循環させるもので、140℃までの加熱が可能である。

【0015】このカスプ磁界型ECRプラズマCVD装置を用いた酸化シリコン膜の製造方法の実施例を説明する。導波管1、導波窓2を通して導入するマイクロ波は、周波数2.45 GHz、電源電力0.5~1.5KWであり、励磁ソレノイド4により875ガウスの磁束密度をプラズマ生成室3内に形成する。これらの条件のもとで、第1ガス導入管5から16~250CCMのO₂ガスをプラズマ生成室3内に導入して、プラズマを発生させる。このプラズマは励磁ソレノイド4が形成する発散磁界により試料室7に引き出され、第2ガス導入管8から流量20~50CCMで導入されるシランガスをプラズマのエネルギーで分解しつつ、励磁ソレノイド4とサブソレノイド13とにより、基板ホルダ9の近傍に形成されたカスプ磁界領域で、基板ホルダ9の上にある直径8インチの基板10の表面に到達する。基板ホルダ9には、13.56 MHzの高周波電力を100~1000Wの電力範囲で印加し、また排気管12から排気することにより、試料室7内を5~100mTorrの範囲内の圧力に調整する。なお上記のO₂ガスの代わりにN₂OまたはN₂OとO₂との混合ガスを用いることもできる。

【0016】上記装置を用い、個々の成膜条件を次表記載の範囲内で変化させて、酸化シリコン膜の形成を行っ

た。

【0017】

*【表1】

*

ガス圧力	5~100mTorr
マイクロ波電力	0.5~1.5KW
高周波電力	100~1000W
ガス流量比 (O ₂ / SiH ₄)	0.8~2.5
基板温度	100~350℃

図4は、上記範囲の成膜条件にて形成した、成膜速度500Å/min以上の酸化シリコン膜の、連続成膜時の成膜速度の処理枚数依存性を示す。25枚の連続成膜においても、成膜速度は±2%の範囲内に納まっている。反応性ガスを導入する第2のガス導入管8は予熱機構21により、また、ガス導入リング22および防着板24は一定温度制御ユニット23によって140℃に保つた。温度制御しない場合の成膜結果(図5)と比較して、成膜速度の再現性が向上している。成膜活性種と装置内壁との相互作用を一定に保つことによって、基板への成膜活性種の到達量が一定となり、成膜速度が一定となる。

【0018】次に、本発明の第2の実施例を図6を参照して説明する。図6の装置構成は、高速成膜のために基板をプラズマ生成室に近接させ、あるいはプラズマ生成室内に挿入したときの成膜を可能にするために、反応性ガスをプラズマ生成室内へ導入可能としたものである。装置構成の大半は第1の実施例の場合と同様であるが、一部異なるため、改めて全体を説明する。図示していないマイクロ波電源に接続された導波管1が導波窓2を介してプラズマ生成室3に取りつけられており、プラズマ生成室3の周囲には励磁ソレノイド4が設置され、さらに、プラズマ生成室3内にプラズマ原料ガスを導入するための第1ガス導入管5が設けられている。また、反応性ガスを導入するための第2ガス導入管8もプラズマ生成室3に接続しており、ガス導入リング22は、プラズマ生成室3の内壁面がマイクロ波の円筒空洞共振器を構成しているため、プラズマ生成室3の外部に配し、断面方形に形成された環状のガス導入リング22の内側の壁面および底面はプラズマ生成室3の周壁およびフランジに兼ねさせている。プラズマ生成室3に接続して試料室7が設けられ、試料室7の内部には、第2ガス導入管8の導入口の下流に当たる場所に基板ホルダ9が設置されている。基板ホルダ9の背面側に前記励磁ソレノイド4と同軸に配されたサブソレノイド13がある。基板ホルダ9は高周波電源11と接続されており、基板ホルダ9の下には、図示していない真空ポンプに接続す

る排気管12と試料室7内のガス圧力調整を行うためのバルブ12aおよびバリアブルオリフィス17とを有する。図の符号15は真空計、16はフィードバック回路であり、試料室7内のガス圧力が所定値を保持するようにバリアブルオリフィス17の開度を変化させる。なお、圧力調整は試料室7の排気管の途中から排気管内へのプラズマ室に導入する酸素源ガスあるいは窒素ガスあるいは不活性ガスを導入しつつ行うことや、真空ポンプのコンダクタンス調整によって行うことによってできる。

【0019】反応性ガスを導入する第2ガス導入管8には、第1の実施例の場合と同一構成による予熱機構21が付いている。ガス導入リング22を一定温度に昇温保持するための一定温度制御ユニット23も、第1の実施例の場合と同一機構による温度制御型アルミ鋳込みヒータあるいは温度制御された流体を循環させるユニットが用いられている。防着板24も一定温度制御ユニットによって一定温度に保たれるが、この装置構成では防着板24にガス導入リング22が近接していないので、ガス導入リング22と異なる任意の温度に昇温、保持することが可能である。

【0020】このように構成され、かつサブソレノイド13を利用しない発散磁界型ECRプラズマCVD装置として装置運転を行ったときの酸化シリコン膜の製造方法の実施例を説明する。導波管1、導波窓2を通して導入するマイクロ波は、周波数2.45GHz、電源電力0.5~1.5KWであり、励磁ソレノイド4により875ガウスの磁束密度をプラズマ生成室3内に形成する。これらの条件のもとで、第1ガス導入管5から200~400CCMのO₂ガスをプラズマ生成室3内に導入して、プラズマを発生させる。このプラズマは励磁ソレノイド4が形成する発散磁界により試料室7に引き出され、第2ガス導入管8から流量100~200CCMで導入されるシランガスをプラズマのエネルギーで分解しつつ、基板ホルダ9の上にある直径8インチの基板10の表面に到達する。基板ホルダ9には、13.56MHzの高周波電力を100~2000Wの電力範囲で印加し、また

排気管12から排気することにより、試料室7内を5～100mTorrの範囲内の圧力に調整する。なお上記のO₂ガスの代わりにN₂OまたはN₂OとO₂との混合ガスを用いることもできる。

【0021】上記装置を用い、個々の成膜条件を次表記*

ガス圧力	5～100mTorr
マイクロ波電力	0.5～1.5KW
高周波電力	100～2000W
ガス流量比 (O ₂ / SiH ₄)	0.8～2.5
基板温度	100～350℃

図7は、上記範囲の成膜条件にて形成した、成膜速度5000Å/min以上の酸化シリコン膜の、連続成膜時の成膜速度の処理枚数依存性を示す。25枚の連続成膜においても、成膜速度は±2%の範囲内に納まっている。反応性ガスを導入する第2ガス導入管8は予熱機構21により、また、ガス導入リング22および防着板24は一定温度制御ユニット23によって140℃に保った。温度制御しない場合の成膜結果(図8)と比較して、成膜速度の再現性が向上している。成膜活性種と装置内壁との相互作用を一定に保つことによって、基板への成膜活性種の到達量が一定となり、成膜速度が一定となる。

【0023】また、膜のエッチング液(バッファーフッ酸)によるエッチング速度や内部応力などの再現性も、向上することがわかった。成膜活性種と装置内壁との相互作用を一定に保つことによって、基板への成膜活性種の到達量が一定となり、膜特性が一定となる。なお、第1の実施例による装置構成にて、酸化シリコン膜成膜後のドライクリーニングを実施したところ、従来方法では、クリーニング速度が基板上膜厚換算で1500Å/minであったものが、第2ガス導入管8を予熱機構21、ガス導入リングおよび防着板を一定温度制御ユニット23によって140℃に保ったところ3000Å/minに向上した。ドライクリーニング速度の温度依存性を図9に示す。反応速度の温度依存性によるものである。

【0024】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば本発明が対象としたプラズマ処理装置として、マイクロ波とプラズマ原料ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内に電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダ※50

* 載の範囲内で変化させて、酸化シリコン膜の形成を行った。

【0022】

【表2】

※ダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されて防着板と同軸に配されその環状の内部空間へ導入された反応性ガスを防着板の内側へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなる通常構成のECRプラズマCVD装置においても、また、マイクロ波とプラズマ原料ガスと反応性ガスとが導入されるプラズマ生成室と、プラズマ生成室を同軸に囲みプラズマ生成室内にマイクロ波との電子サイクロトロン共鳴磁界を形成する励磁ソレノイドと、プラズマ生成室と内部空間が連通するとともに基板をその被成膜面をプラズマ生成室に向けて保持する基板ホルダを内包する試料室と、試料室の内壁面を覆い基板への成膜中該内壁面への薄膜物質の付着を防止する筒状の防着板と、環状に形成されてプラズマ生成室と同軸に配されその環状の内部空間内へ導入された反応性ガスをプラズマ生成室内へ噴出するガス導入リングと、外部の反応性ガス供給源からガス導入リングに至るガス導入管とを備えてなる、高速成膜を指向したECRプラズマCVD装置においても、防着板、ガス導入リングおよびガス導入管のガス導入リング近傍を一定温度に昇温、保持することにより、成膜時には成膜活性種と装置内壁との相互作用が一定に保たれ、基板への成膜活性種の到達量が一定となり、複数の基板を連続処理しても一定の膜特性が得られ、膜品質への信頼性が向上する。また、膜特性が一定となるため、エッチング液によるエッチング速度も一定となり、エッチング作業が安定化する。また装置内部のドライクリーニング時にはクリーニング速度の温度依存性により、クリーニング速度が大幅に向上し、装置の稼働率が向上する効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラズマ処理装置構成の第1の実施例を示す断面図

11

【図2】本発明における一定温度制御手段構成の第1の実施例を示す機能ブロック図

【図3】本発明における一定温度制御手段構成の第2の実施例を示す機能ブロック図

【図4】図1に示したプラズマ処理装置を用い、カスプ磁界を形成して複数の基板に連続成膜処理を行ったときの成膜枚数による成膜速度の変化状況を示すプロット図

【図5】図1に示したプラズマ処理装置において、カスプ磁界を形成するとともに防着板およびガス導入リングの一定温度制御ユニットおよびガス導入管の予熱機構を取り外して複数の基板に連続成膜処理を行ったときの成膜枚数による成膜速度の変化状況を示すプロット図

【図6】本発明によるプラズマ処理装置構成の第2の実施例を示す縦断面図

【図7】図6に示したプラズマ処理装置を用い、発散磁界を形成して複数の基板に連続成膜処理を行ったときの成膜枚数による成膜速度の変化状況を示すプロット図

【図8】図6に示したプラズマ処理装置において、発散磁界を形成するとともに防着板およびガス導入リングの一定温度制御ユニットおよびガス導入管の予熱機構を取り外して複数の基板に連続成膜処理を行ったときの成膜枚数による成膜速度の変化状況を示すプロット図

【図9】図1に示したプラズマ処理装置におけるドライ*

*クリーニング時のクリーニング速度の温度依存性を、この装置における一定温度制御ユニットおよび予熱機構を取り外した場合と対比させて示す線図

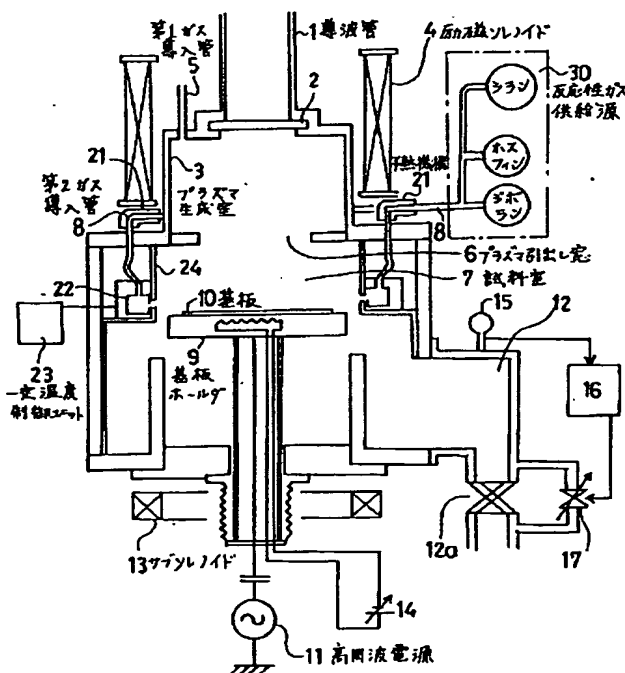
【図10】本発明が対象としたプラズマ処理装置の従来の構成例を示す縦断面図

【図11】従来のプラズマ処理装置において、プラズマ処理を連続して行ったときの防着板温度およびガス導入リング温度の時間変化の状況を示す線図

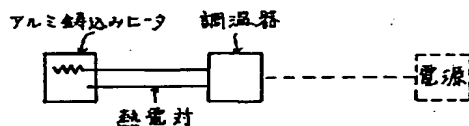
【符号の説明】

- | | |
|----|----------------------|
| 1 | 導波管 |
| 3 | プラズマ生成室 |
| 4 | 励磁ソレノイド |
| 5 | 第1ガス導入管 |
| 7 | 試料室 |
| 8 | 第2ガス導入管（ガス導入管） |
| 9 | 基板ホルダ |
| 10 | 基板 |
| 11 | 高周波電源 |
| 13 | サブソレノイド |
| 21 | 予熱機構（一定温度制御手段） |
| 22 | ガス導入リング |
| 23 | 一定温度制御ユニット（一定温度制御手段） |
| 24 | 防着板 |

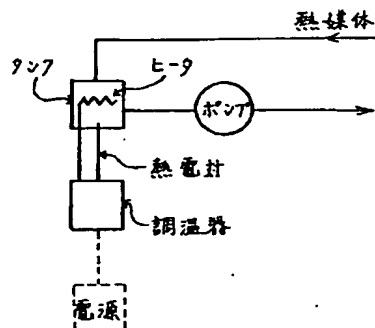
【図1】



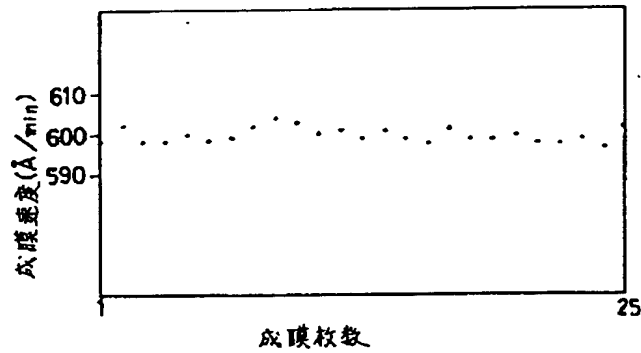
【図2】



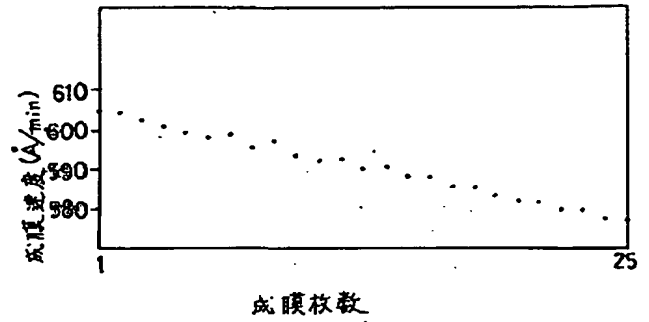
【図3】



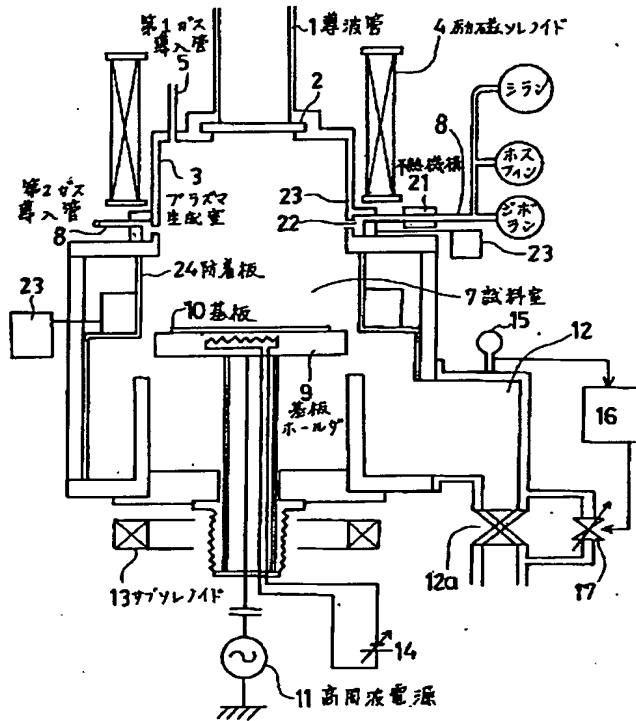
【図4】



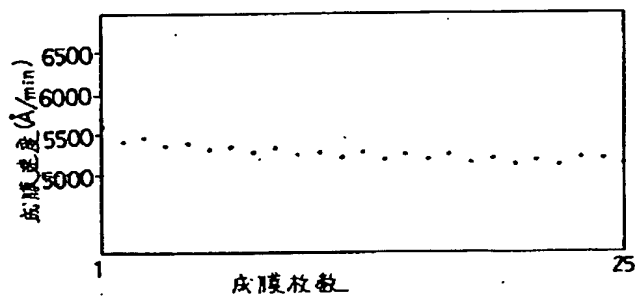
【図5】



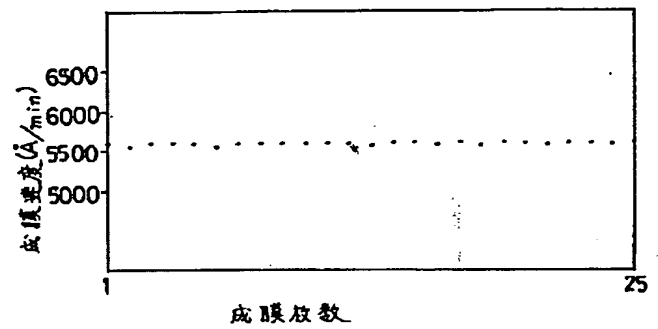
【図6】



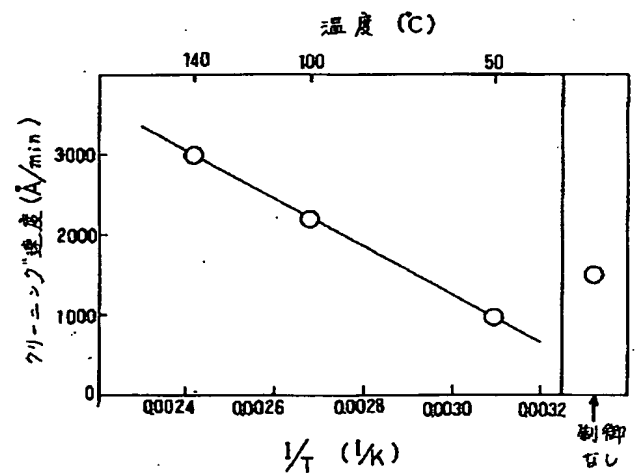
【図8】



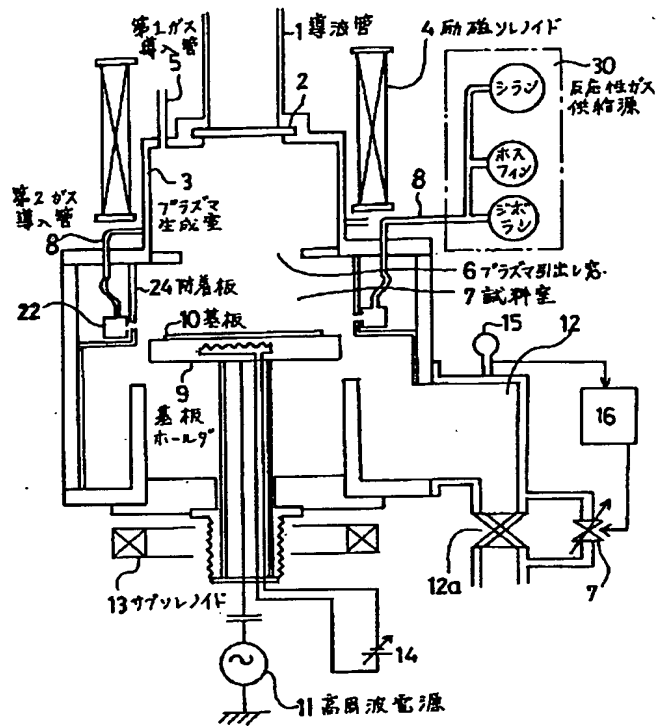
【図7】



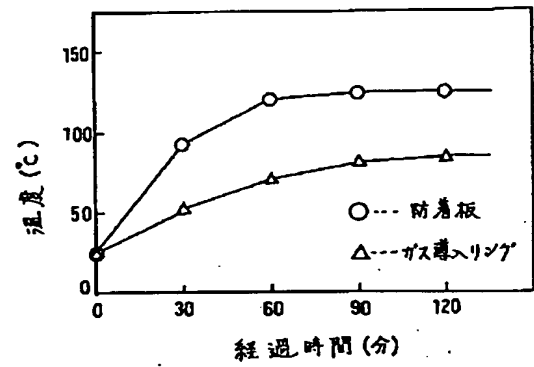
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// G 0 1 N 24/14

G 0 1 R 33/64